

Neue Technologien und Forschungsvorhaben bei Fernwärme- und Kälteleitungen

Von Thomas Grage

Ungefähr 50 % der eingesetzten Primärenergie in Deutschland und auch in Europa werden für die Bereitstellung von Wärme benötigt. Es ist deshalb wichtig, sich im Rahmen aktueller Veränderungen in der Energieversorgung den Herausforderungen des Einsatzes von „Erneuerbaren Energien“ (EE), der Nutzung von vorhandenen Energiepotenzialen und der erforderlichen Flexibilität, nicht nur im Strombereich, sondern auch im Wärmesektor, zu stellen. Die Fernwärme-Forschung in der Mitgliedsvereinigung der AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V., gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages, wird in diesem Fachbericht vorgestellt.

Optimierung von Absorptionswärmepumpen zum Einsatz im Wärmenetz 4.0

In diesem Forschungsprojekt wird ein innovatives Konzept zur Erhöhung der Energieeffizienz des gesamten Fernwärmesystems entwickelt. Durch Integration einer thermisch angetriebenen Absorptionswärmepumpe (AWP) in der konventionellen Hausstation wurde primärseitig die hohe Vorlauftemperatur für den Austreiber der AWP ausgenutzt. Eine zusätzliche Absenkung der Rücklauftemperatur wurde dabei durch vom Verdampfer der AWP abgezogene Wärme erreicht. In der Projektphase I (2017-2020; AiF-Vorhaben 19696N) wurde seitens des Projektpartners IGTE (Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung der Universität Stuttgart) erstmals eine Absorptionswärmepumpe mit der Arbeitsstoffpaarung Ammoniak-Wasser unter Berücksichtigung der Betriebsparameter

einer Hausstation in Fernwärmenetzen ausgelegt, aufgebaut und untersucht. Die erreichte Absenkung der Rücklauftemperatur beträgt dabei zwischen 9 K bis 17 K. Parallel wurde am FFI (Fernwärme Forschungsinstitut in Hannover e.V.) das Konzept durch die Simulationsrechnung untersucht. Das gesamte Fernwärmesystem (Wärmeerzeuger, Verteilungsnetz, Hausstation mit oder ohne AWP, Wärmeverbraucher) wurde mit Hilfe des im Rahmen des Projektes entwickelten Simulationsmodells abgebildet. Durch den modularen Aufbau der Simulation konnte ein Teilmodell als Berechnungstool für die technische Auslegung sofort in der Praxis angewendet werden. Insbesondere wurden in dem Gesamtmodell die verschiedenen Auswirkungen der AWP auf das Fernwärmenetz (z. B. Reduktion der Wärmeverluste, Verbesserung der Wärmebereitstellung, Einsparung der Pumpenleistung) quantitativ bewertet.

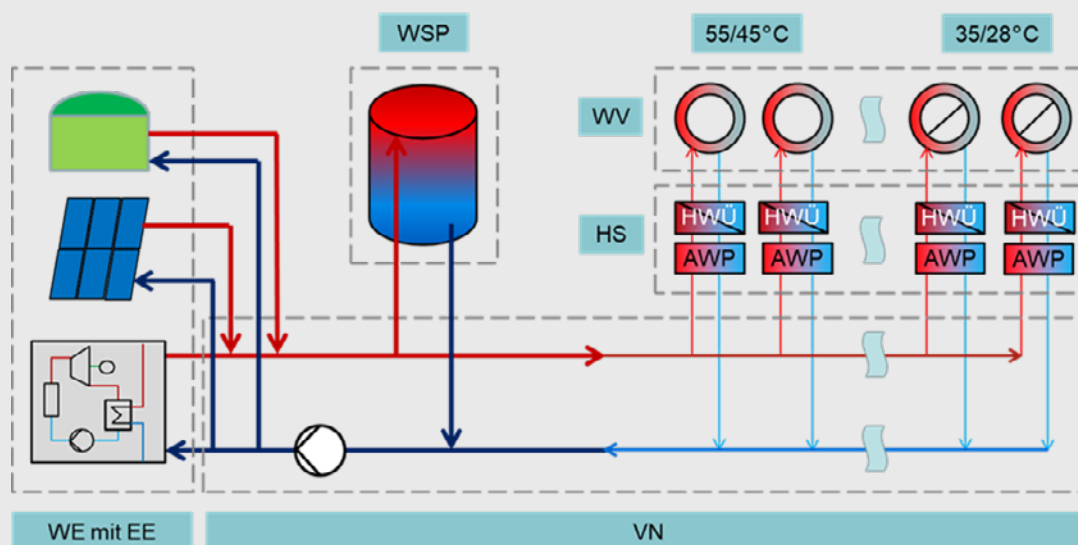


Bild 1: Schematische Darstellung des gesamten Simulationsmodells

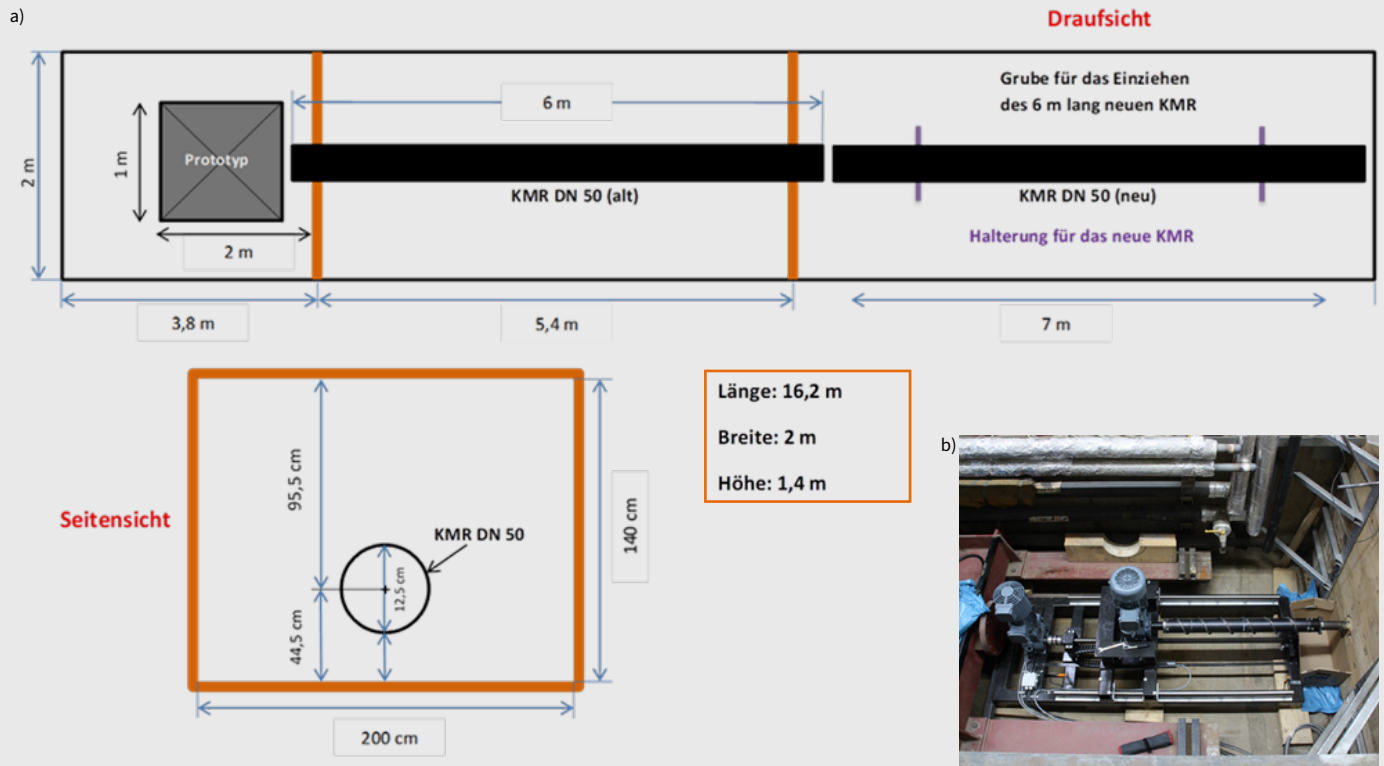


Bild 2: a) Darstellung des Versuchsaufbaus, b) Foto eines Versuchsaufbaus

Auf Basis der bisher erworbenen Ergebnisse wird in der zweiten Phase des Projektes (2020-2022; AiF-Vorhaben 21315N) die Hausstation mit integrierter AWP auf die neuen Anforderungen des zukunftsorientierten Wärmenetzes 4.0 optimiert. Die Voraussetzungen für die Umsetzung des Konzepts werden am IGTE durch eine technische Anpassung für optimiert reduzierte Fernwärmeverlauftemperaturen geschaffen. Dazu wird ein modifiziertes Konzept des Lösungsmittelkreislaufs erarbeitet und experimentell untersucht. Durch ein neuartiges zwangsdurchströmtes Austreiberkonzept soll die Wärme- und Stoffübertragung für den Einsatz im Wärmenetz 4.0 optimiert werden. In Vorbereitung auf einen Feldtest sind die Auslegung weiterer Sicherheitseinrichtungen und die Erarbeitung einer Regelung für den autonomen Betrieb der AWP Teile des Projekts. Am FFI wird das Simulationsmodell (**Bild 1**) im Hinblick auf das Wärmenetz 4.0 angepasst und erweitert. Die parallel durchzuführenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen beinhalten die Berechnung der Wärmegestehungskosten für das Konzept „Hausstation mit integrierter AWP“ sowie die Entwicklung eines passenden Businessmodells. Die Amortisationszeiten der Anlage sollen durch den Einsatz alternativer, kostengünstiger Lösungsmittelpumpen und somit gesenkter Investitionskosten verkürzt werden. Nicht nur die ökonomischen, sondern auch die ökologischen Vorteile des Konzepts werden aufgezeigt und bewertet. Dadurch ist es möglich, Anreize für den Betreiber einer solchen Hausstation zu schaffen.

Grabenlose Erneuerung von Fernwärmeleitungsnetzen

Die grabenlose Erneuerung von Fernwärmeleitungsnetzen bietet die Möglichkeit, bestehende Wärmenetze ohne Beeinflussung der Oberflächen zu erneuern und auch hinsichtlich

der gewünschten Eigenschaften von Durchmesser und Dämmung zu transformieren. Ein Verfahren sowie dabei einsetzbare Vorrichtungen hierfür existieren bisher nicht und sollen in diesem Forschungsvorhaben (2019-2021; AiF-Vorhaben 20378N) interdisziplinär entwickelt werden. Es wird in den Bereichen „Fernwärmetechnik“ und „Grabenloser Leitungsbau“ zusammengearbeitet. Das angestrebte Forschungsziel ist die Entwicklung eines Verfahrens und Prototyps für die grabenlose Erneuerung für Fernwärmeleitungen. Der Lösungsweg ist nachfolgend aufgeführt:

- » Schaffung von Datengrundlagen,
- » Bau eines Prototypen mit Anpassung des Verfahrens,
- » Versuche im Technikum
 - Auswertung der Ergebnisse – Abschlussbericht / Veröffentlichung / Integration in die Normung.

Der Nutzen eines grabenlosen Erneuerungsverfahrens für KMU (klein und mittelständische Unternehmen) zeigt sich in der Möglichkeit, Chancen im Bereich der Transformation von Fernwärmenetzen hin zu (i) verringerten Temperaturen, (ii) Einbindung von Erneuerbaren Energien und (iii) Umnutzung von Bestandstrassen wahrnehmen zu können. Dies ist Folge einer erhöhten Flexibilität bei der Instandsetzung hinsichtlich hydraulischer und thermodynamischer Parameter der Netze. Weiterhin liefert das Vorhaben ein wichtiges Werkzeug für die Rehabilitations- und Investitionsplanung von KMU der Fernwärme. Für die KMU der Branche der grabenlosen Verlegung ergibt sich ein neues Tätigkeitsfeld. Das Verfahren wird an Kunststoffverbundmantelrohren (KMR) der Normgröße DN 50/125 im Technikum getestet (**Bild 2**).

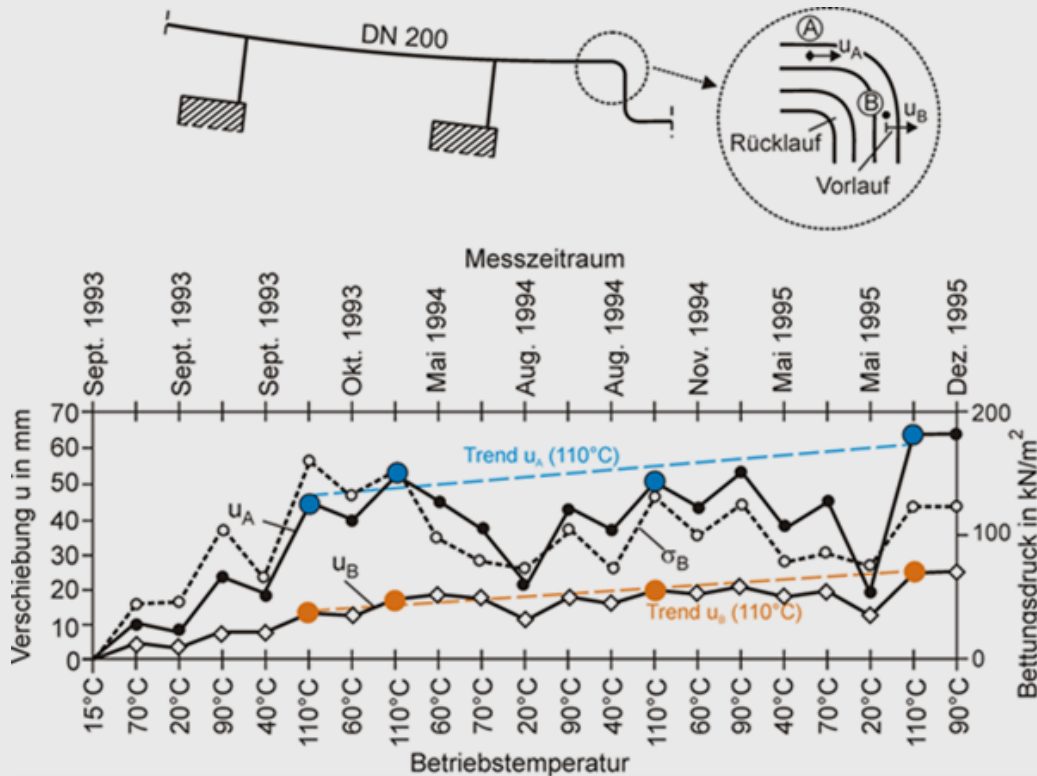
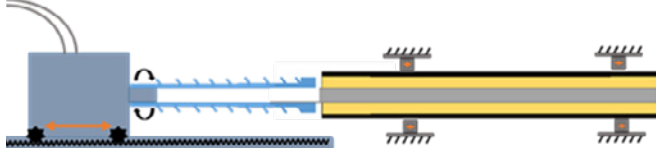


Bild 3: Ergebnisse von Messungen an einer Fernwärmeleitung [IGtH, Bautechnik 93]

Der Versuchsablauf ist:

1. Schneiden der Wärmedämmung



2. Ziehen des Stahlrohrs und Wechseln der Schneidvorrichtung zur Schlitzvorrichtung
3. Schlitzten der PE-Ummantelung mit Einziehen des neuen KMR

Optimierte Bemessungsverfahren für Wärme- und Kältenetze mittels verfeinerter Berücksichtigung der Rohr-Boden-Interaktion

Projektentwickler für Wärme- und Kältenetze sehen sich mit einem komplexen Normungswerk konfrontiert. Einerseits ist in den aktuellen Normen der Stand des Wissens nicht konsequent umgesetzt, andererseits besteht große Unsicherheit, welche Normen auf welche Weise angewendet werden sollen und welche Nachweise tatsächlich geführt werden müssen.

Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines katalogisierten Verfahrens auf Basis einer Betriebs- und Materialdatenbank für geplante Wärme- und Kältenetze. Hierdurch sollen Planungsprozesse allgemein methodisch vorbereitet und überflüssige Schritte eliminiert werden, um die optimale Planung und Verlegung zu erreichen. Es sollen typische Betriebsparameter für unterschiedliche Typen von modernen Wärme- und Kältenetzen identifiziert werden. Hieraus wird eine Betriebs- und Materialdatenbank abgeleitet, um charakteristische Planungsszenarien hinsichtlich der Versorgungsaufgabe zu ermitteln. Dann werden experimentelle Untersuchungen zu auslegungsrelevanten Materialkomponenten von Rohrsystemen für Wärme- und Kältenetze für mehrere Nennweiten am freien Rohr und in Modellversuchen im Maßstab 1:1 mit unterschiedliche Belastungsszenarien für die Erdverlegung durchgeführt. Besonderer Fokus wird auf die Erforschung zyklischer Effekte und der radialen Aufweitung gelegt. Die experimentellen Untersu-



Bild 4: a) Drohne mit Kamera und Steuerung, b) ein Thermalbild

chungen werden durch numerische Untersuchungen unterstützt. Dadurch wird identifiziert, welche Nachweise für eine wirtschaftliche und moderne Konstruktion erforderlich sind. Hierzu werden Relevanzgrenzen erarbeitet. Abschließend wird hieraus ein Entscheidungsbaum abgeleitet, mit dessen Hilfe für bestimmte Szenarien die erforderlichen Nachweise identifiziert werden.

Der Nutzen für Unternehmen insbesondere KMU ergibt sich durch eine deutlich rationellere Planung und Baukostenreduzierung für Wärme- und Kältenetze bei gleichzeitig erhöhter Sicherheit für die entsprechenden Betriebsszenarien sowie der weiteren Optimierung des Regelwerks (**Bild 3**).

UAV-basierte Thermographie für die automatische Überwachung von Nah- und Fernwärmenetzen

Das Forschungsvorhaben schließt an das AiF-Forschungsvorhaben 19768N an, um noch offene Fragen hinsichtlich von Fehlalarmen, Lagegenauigkeit oder für das Wärmenetz nicht relevante Thermalbilddausschnitte zu klären und das komplizierte Auswerten der vielen Daten zu vereinfachen. Das vorgeschlagene System besteht aus einem Farbbild- und einem Thermalsensor, deren Informationsgehalte sich gegenseitig stützen, was eine zeitliche Synchronisation und eine genaue geometrische Kalibrierung der beiden Sensoren zueinander bedingt. Unter dieser Voraussetzung ist eine gemeinsame Prozessierung möglich, um Trassenverläufe und Leckagen

in den Thermalbildern mit den Farbbildern als Objekte erkennbar zu machen.

Das wesentliche Ziel des Projektes ist, eine standardisierte Praxis-tauglichkeit für die Extraktion von Leckagen aus Thermalbildern zu erreichen, indem der zu entwickelnde Softwareprototyp erst in Testbefliegungen evaluiert und dann insbesondere KMU zur weiteren Nutzung zur Verfügung gestellt wird (**Bild 4**).

Der konkrete Nutzen für KMU ergibt sich aus dem Bedarf der Fernwärmebetreiber und dem technologischen Wandel für die Energiewende zu einer modernen und sicheren Wärmeversorgung.

SCHLAGWÖRTER: Fernwärmeleitungen, Kälteleitungen, Forschung, Absorptionswärmepumpe, Thermographie

AUTOR



Dipl.-Ing. (TU) **THOMAS GRAGE**
Fernwärme-Forschungsinstitut in Hannover
e.V.
Tel. +49 511 94370-0
grage@fernwaerme.de